青藏高原生态安全屏障状况与保护对策

傅伯杰[1,2*]　欧阳志云[1]　施　鹏[3]　樊　杰[4]　王小丹[5]　郑　华[1]　赵文武[2]　吴　飞[3]

1 中国科学院生态环境研究中心 城市与区域生态国家重点实验室 北京 100085
2 北京师范大学 地理科学学部 北京 100875
3 中国科学院昆明动物研究所 昆明 650201
4 中国科学院地理科学与资源研究所 北京 100101
5 中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所 成都 610041

摘要 青藏高原是我国乃至亚洲的重要生态安全屏障区和全球生物多样性保护的热点地区，保障生态安全是青藏高原生态保护的核心任务。青藏高原物种丰富但受威胁物种多。近15年来青藏高原生态安全屏障生态系统格局稳定，生态系统质量整体趋好，水源涵养、土壤保持和防风固沙服务均得以提升，生态退化趋势得到遏制，自然保护地建设和生态保护建设工程对提升生态屏障功能发挥了关键作用。然而，受气候暖湿化和人类活动影响，青藏高原生态安全屏障仍然面临退化草地面积大，以及冻土面积萎缩、沼泽湿地减少、部分生物栖息地退化、外来物种入侵、局部生态系统退化等生态风险。为了进一步保护青藏高原生态安全屏障功能，建议优化调整自然保护地空间格局，建立以国家公园群为主体的自然保护地体系和加快实施青藏高原生态安全屏障保护修复工程。

关键词 生态系统格局，生态系统功能，生态问题，生态安全屏障，青藏高原

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.20210919001

青藏高原位于我国西南部，包括西藏和青海两省区全部，以及四川、云南、甘肃和新疆四省区部分地区，总面积约 2.6×10^6 km^2，大部分地区海拔超过4 000 m[1]。青藏高原被誉为“世界屋脊”“地球第三极”“亚洲水塔”，具有重要的水源涵养、土壤保持、防风固沙、碳固定和生物多样性保护功能，其生态系统质量与功能状况直接影响到我国及南亚、东南亚的生态安全，是我国乃至亚洲的重要生态安全屏障区，是

*通信作者
资助项目：第二次青藏高原综合科学考察研究（2019QZKK03、2019QZKK04、2019QZKK05）
修改稿收到日期：2021年11月8日

全球生物多样性保护的热点地区，保障生态安全和保护生物多样性是青藏高原生态保护的核心任务。

保障青藏高原生态安全、持续发挥青藏高原生态安全屏障功能，需要全面掌握青藏高原生态安全屏障的现状与变化，从而掌握其生态系统质量、功能与风险状况。本文基于第二次青藏高原综合科学考察研究（以下简称“第二次青藏科考”）任务三“生态系统与生态安全”、任务四“生态安全屏障功能与优化体系”和任务五“生物多样性保护与可持续利用”的工作进展，结合已有的相关研究成果，阐述了青藏高原生态安全屏障状况，提出了青藏高原生态安全屏障的生态保护对策，旨在为保护青藏高原生态安全屏障功能提供科学依据和政策建议。

1 生态安全屏障现状和变化特征

1.1 生物多样性丰富

（1）*青藏高原物种丰富*。根据第二次青藏科考统计发现：青藏高原有维管植物 14 634 种，约占中国维管植物 45.8%，是中国维管植物最丰富和最重要的地区（图 1a）。青藏高原记录有脊椎动物 1 763 种（图 1b），约占中国陆生脊椎动物和淡水鱼类的 40.5%[2]。

（2）*青藏高原特有物种数量多*。青藏高原特有种子植物共有 3 764 种（不包含种下分类单元），占中国特有种子植物的 24.9%[3]。其中，草本植物、灌木和乔木分别占青藏高原特有种数的 76.3%、20.4% 和 3.3%，青藏高原特有种多数为草本植物。根据第二次青藏科考统计发现：青藏高原特有脊椎动物占比同样很高，其脊椎动物物种数的 28.0%（即 494 种）为特有种（图 1b）。

（3）*青藏高原珍稀濒危物种数量众多*。根据第二次青藏科考统计发现：据世界自然保护联盟（IUCN）红色名录的标准，青藏高原维管植物中有 662 种受威胁物种和灭绝物种，约占中国维管植物的受威胁和灭绝物种的 1/5（图 1a）；青藏高原脊椎动物中有 169 种为受威胁物种，占青藏高原所有脊椎动物物种数的 9.58%（图 1b）。

1.2 生态系统格局稳定且质量趋好

（1）*青藏高原生态系统类型多样，生态系统脆弱*。青藏高原以草地（60.73%）、荒漠与裸地（18.63%）、灌丛（7.09%）和森林（5.37%）4 种类型生态系统为主，农田（0.74%）和城镇（0.19%）面积小（图 2）。青藏高原生态系统脆弱，高寒干旱荒漠与稀疏植被占 34.9%，土地沙化、水土流失、冻融侵蚀严重，冻融侵蚀极敏感区面积占全国总量 84.9%。风蚀、水蚀和石漠化极敏感区面积分别占

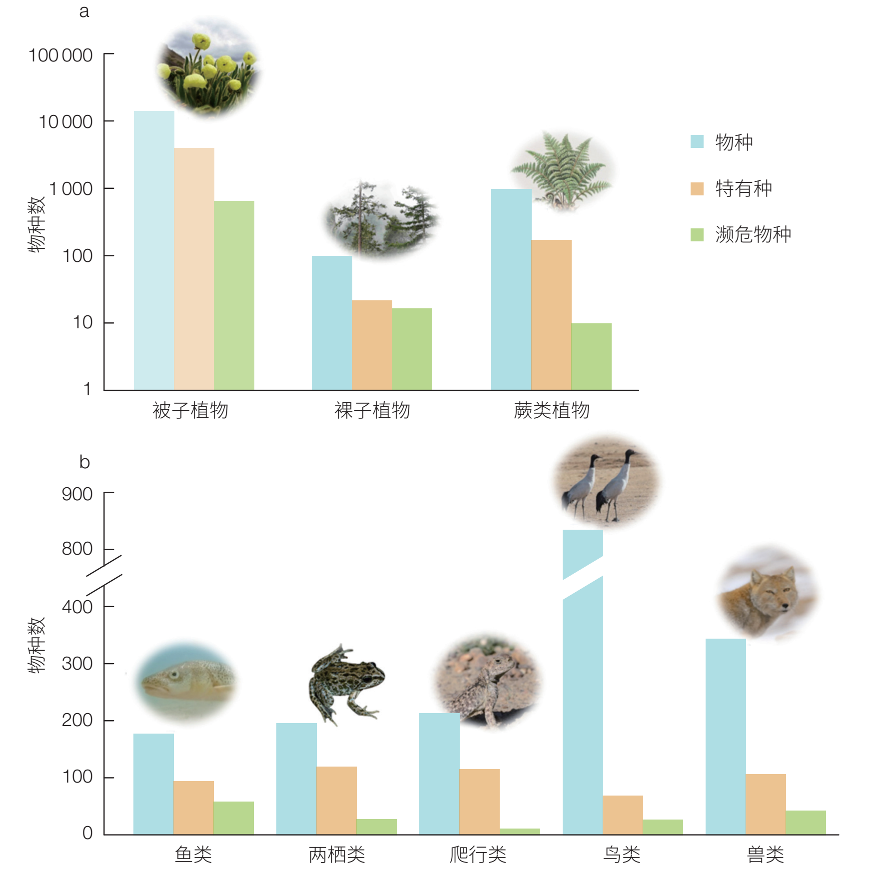


图 1 青藏高原维管植物（a）和脊椎动物（b）的物种、特有种及濒危物种数量

Figure 1 Number of species, endemic species, endangered species for vascular plant (a) and vertebrate (b) in Qinghai-Tibet Plateau

全国7.4%、18.7%和18.0%。

（2）青藏高原生态系统格局稳定。2000—2015年，青藏高原生态系统类型转化面积1.76×10⁴ km²（0.69%），远低于全国平均水平（4.37%）。其中，森林（–0.25%）、草地（–0.15%）、沼泽（–0.47%）等面积小幅度减少，城镇和湖泊生态系统面积分别增加73.75%和9.99%（图2）。湖泊扩张淹没裸地和草地（33.2%）、其他类型转为草地（20.5%）和城镇扩张（11.5%）占生态系统变化总面积65.2%。

（3）生态系统质量总体提升。优良等级草地面积比例从12.8%提高到18.3%；优良等级森林面积比例从18.1%提高到30.2%。

1.3 生态系统功能逐步提升

（1）生态系统功能有所提升。2008年以来，西藏66.50%国土面积的地表植被覆盖度增加[4]。2004年以来，青海三江源79.20%面积内的植被覆盖度增加。2000—2015年，青藏高原水源涵养、土壤保持和防风固沙服务分别提升0.70%、1.45%和69.65%。

（2）水土流失、沙漠化、石漠化面积减小，程度降低。2000—2015年，青藏高原重度（强度）以上水土流失面积从31.37×10⁴ km²减少到19.53×10⁴ km²；重度以上沙化土地面积从35.00×10⁴ km²减少到27.69×10⁴ km²；重度以上石漠化土地面积从2400 km²减少到2300 km²（图3）。

1.4 退化生态系统面积大

（1）退化生态系统面积大。青藏高原生态系统退化问题依然严重。其中，森林灌丛退化面积比例达59%，主要分布在横断山河谷地区；草地退化面积比例达80%以上，主要分布在青藏高原西北部。

（2）水土流失面积较大、沙化土地面积分布广，局部区域依然存在土地石漠化。青藏高原中度以上水土流失面积46.00×10⁴ km²；其中极重度以上占中度以上水土流失面积占19.23%，主要分布在青藏高原东南高山峡谷地区。青藏高原中度以上沙化土地面积46.90×10⁴ km²，主要分布青藏高原西北干旱地区，特别是羌塘高原和柴达木盆地周边地区。青藏高原中度以上石漠化面积4267 km²，主要发生在东南部喀斯特地区。

1.5 生态安全面临风险

（1）气候暖湿化明显，人类活动加剧。过去50年间，青藏高原气候变化的暖湿化特征明显[5]，变暖超过全球同期平均升温率的2倍，达到每10年升高0.3℃—0.4℃，是过去2000年中最温暖的时段[6]，降水每10年增加2.2%[7]。人口数量增长、放牧超载、道路建设等人类活动压力不断增加。1980—2019年，青藏高原人口由2350万人增至3425.5万人，年增长率为0.97%（全国人口年增长率为0.90%）。2000—2015年，青藏高原实际载畜量由1.45亿羊单位增

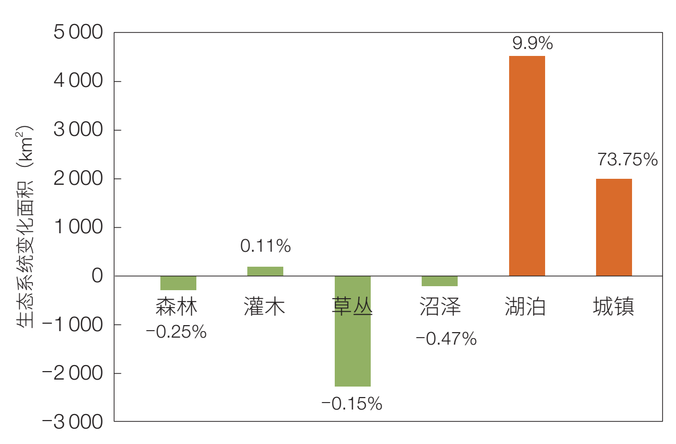


图2 青藏高原2000—2015年各生态系统类型面积变化情况
Figure 2 Area changes of ecosystems between 2000 and 2015 in Qinghai-Tibet Plateau

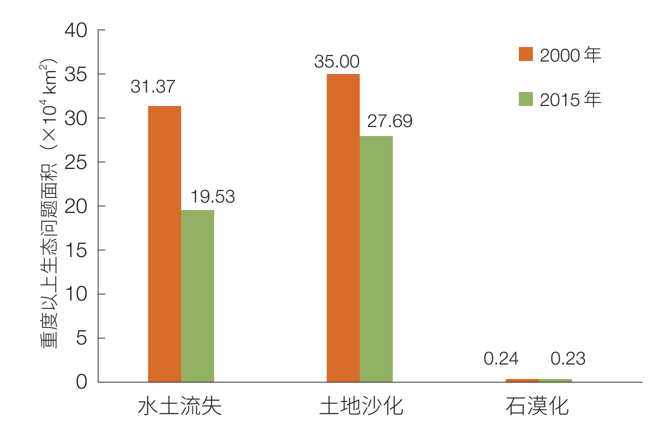


图3 青藏高原2000年和2015年重度以上退化土地面积
Figure 3 Area of degraded lands with severe level and above in 2000 and 2015 in Qinghai-Tibet Plateau

至1.58亿羊单位①，理论载畜量由0.86亿羊单位增至0.94亿羊单位，实际载畜量是理论载畜量的1.6倍以上，出现超载情况县比例达80.93%。虽然2015年的理论载畜量比2000年增长了9.71%，但同期实际载畜量增长了9.36%，两者的增长幅度相近。

（2）气候持续“暖湿化”加剧了冻土面积萎缩，沼泽湿地面积减少和部分生物栖息地退化。在年均升温0.052℃情景下，50年后青藏高原冻土面积将缩小13.5%，100年后将缩小46%，多年冻土将只存在于羌塘高原与极高山地[8]。2000—2015年，青藏高原森林、灌丛和草本沼泽湿地面积分别缩减2.48%、1.03%和0.48%。气候变化驱动下部分生物重要自然栖息地趋于退化，且将增加外来物种入侵风险。

（3）增强的人类活动加剧野生动植物栖息地破碎化、外来物种入侵和局部生态系统退化风险。一方面，受跨境口岸生物入侵、非理性放生、引种、物流等因素引入的外来物种影响，青藏高原本土生物多样性面临风险[9]，全球重大外来入侵种，如草地贪夜蛾、福寿螺、红火蚁等已在青藏高原造成巨大危害；并且，青藏高原已检测到红耳龟、牛蛙等恶性外来种的分布[10,11]。另一方面，青藏高原野生动物栖息地受道路引起的破碎化比较严重。截至2017年底，青海和西藏的公路总里程数为1954年的30.6倍，铁路里程是1965年的15.6倍[12]。截至2015年，受道路切割影响，青藏高原森林灌丛、草地和沼泽3类自然栖息地平均斑块面积分别减少36.6%、40.1%和67.0%。此外，局部地区（如羌塘高原谷地低海拔人类活动密集区）生态系统受人类活动影响出现草地退化情况。

2 生态安全屏障功能变化的驱动因素

2.1 自然保护地对生物多样性资源保藏和保护发挥关键作用

截至2021年，青藏高原有自然保护地与自然公园两大类共407处自然保护地，总面积约90.3×10^4 km^2，约占青藏高原面积35.5%。自然保护地中，各级自然保护区共计171个（其中国家级52个、省级61个），占自然保护地总面积的91.8%。

（1）自然保护地对于青藏高原生物多样性资源保藏起到不可替代作用。第二次青藏科考调查发现30余个动、植物新属/种（图4），包括：兽类2新属3新种，10个两栖爬行类新种，1个昆虫新属和12个新种，以及7个种子植物、蕨类植物、苔藓地衣新属/种。其中，绝大多数新种（如墨脱鼹、高黎贡比氏鼯鼠、贡山臭蛙、墨脱小头蛇、墨脱四照花、猩红吊石苣苔等）发现于自然保护地。除新种外，一批原以为在野外灭绝的野生动植物物种于第二次青藏科考中在自然保护地被重新记录到。例如，研究人员在雅鲁藏布大峡谷国家级自然保护区拍摄到中国首张野生孟加拉虎照片；在哈巴雪山省级自然保护区发现消失近百年的中甸半脊荠。

（2）自然保护地对于青藏高原濒危、旗舰和关键物种的保护起到至关重要的作用。第二次青藏科考发现：羌塘、可可西里国家级保护区等的建立和保护，使得青藏高原旗舰物种藏羚羊近5年实现恢复性增长，其野外种群数量由1995年约6万只上升到目前20万只左右，受威胁程度由濒危（EN）降为近危（NT）。三江源国家公园体制试点以来，藏原羚、藏野驴、白唇鹿和野牦牛等有蹄类物种数量恢复成效显著，雪豹、棕熊等食肉动物数量增长；旗舰物种雪豹等野生动物濒危程度同样降低。作为全世界15种鹤类中唯一生活在高原的黑颈鹤，数量由2 000余只上升到现在8 000余只，濒危等级由易危（VU）调整为近危（NT）[13]。白马雪山国家级自然保护区滇金丝猴个体数量由保护区建立前约2 000只恢复到2014年约2 500只。

2.2 生态保护建设工程显著促进生态安全屏障功能提升

（1）重大生态工程实施进展顺利。青藏高原

① 数据源自1981—2020年《青海省统计年鉴》，以及1981—2020年《西藏自治区统计年鉴》。

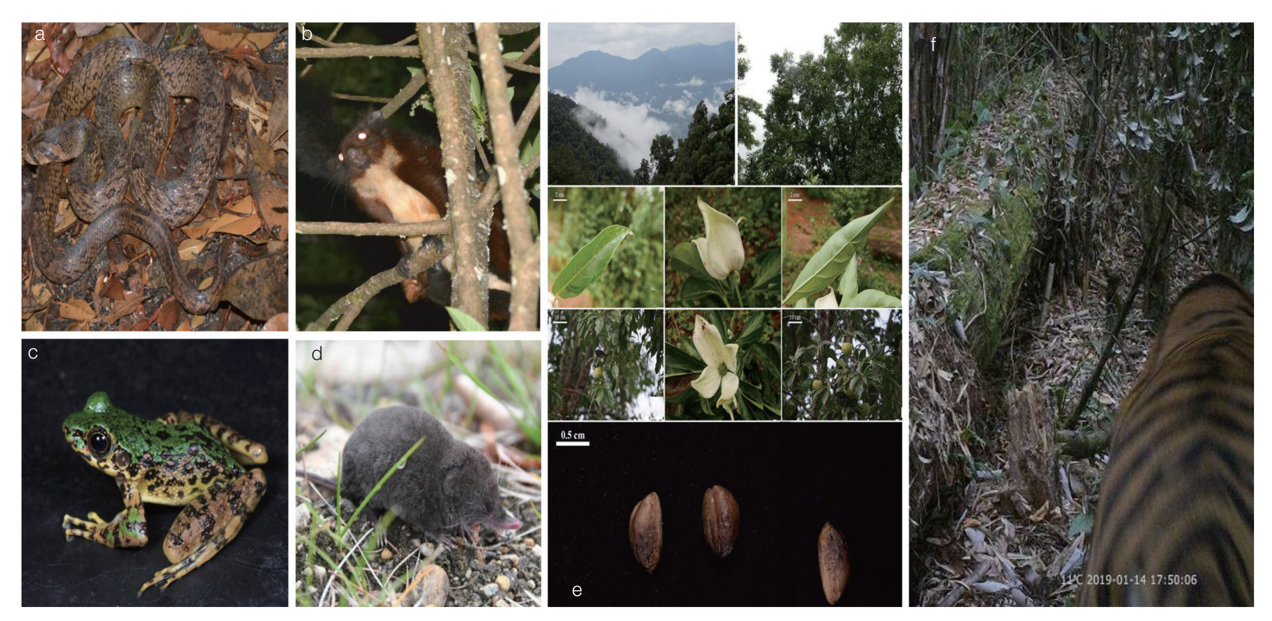


图 4　第二次青藏科考发现的部分动物和植物照片

Figure 4　Part of new animal species and plant species found in the second Qinghai-Tibet Plateau scientific expedition and research

（a）墨脱小头蛇；（b）高黎贡比氏鼯鼠；（c）贡山臭蛙；（d）墨脱鼹；（e）墨脱四照花新属、物种；（f）墨脱拍摄到的孟加拉虎

(a) *Oligodon lipipengi*; (b) *Biswamoyopterus gaoligongensis*; (c) *Odorrana dulongensis*; (d) *Alpiscaptulus medogensis*; (e) *Cornus sunhangii*; (f) *Panthera tigris tigris*

生态工程实施保护面积约占总面积 80%，是我国乃至全球实施生态保护规模最大的自然地域单元之一[14-17]。主要实施工程有：① 草地生态保护与建设工程。截至 2018 年，退牧还草工程累计实施总面积达到 25.0×10^4 km^2 以上，鼠虫害治理工程实施总面积达到 20.1×10^4 km^2。② 林地生态保护与建设工程。截至 2018年，人工造林工程实施总面积达到 1.85×10^4 km^2，天然林保护工程实施总面积达到 1.13×10^4 km^2。③ 水土流失综合治理工程。近 30 年小流域水土流失综合治理工程实施总面积达到 7 400 km^2。④ 沙化土地治理工程。截至 2018 年，青藏高原沙化土地治理工程实施总面积达到 6 400 km^2。

（2）沙化面积减小，工程区风沙治理成效显著。防沙治沙工程实施之后，西藏沙化土地面积减少 1 100 km^2，年均减少 150 km^2。在“一江两河”中部流域，流动沙地减少 380 km^2，半固定沙地减少 160 km^2，沙化耕地减少 200 km^2，极重度沙化土地面积减少 2 900 km^2 [4,18]。

（3）退牧还草促进草地恢复。实施退牧还草工程和草原生态保护补助奖励政策以来，工程区内植被覆盖度比工程区外平均提高 16.9%。工程区内草丛高度平均提高 2.04 cm（提高 59.8%）。退牧还草工程区草地比围栏外放牧草地地上生物量平均提高 24.25%[4]。

（4）森林生态工程提质增效，固碳能力显著提升。第二次青藏科考评估表明：天然林保护工程实施以来，青藏高原天然林保护工程区总碳储量增加 0.273 亿吨/年。西藏森林覆盖率由原来 38.6% 提高到 39.5%。禁止砍伐森林之后，森林资源总消耗量由过去 150.5×10^4 m^3 降至目前的 69.4×10^4 m^3，减少消耗量53.9%。2011—2016 年，西藏人工林碳汇由 133.33 万吨/年增加到 203 万吨/年，增加 52.25%。

3 提升生态屏障功能的建议

3.1 优化调整自然保护地空间格局

（1）全域空间尺度上，调整和优化保护地空间

分布。青藏高原生物多样性丰富地区主要分布在东南部，但自然保护地主要分布在中西部，生物多样性保护存在较大空缺（图5）[19]。此外，54%的自然保护地存在部分空间重叠，建议依据第二次青藏科考成果，合理调整和优化自然保护地空间范围，实现对青藏高原生物多样性有效保护。

（2）典型区域尺度上，优化单个自然保护地空间范围。整合第二次青藏科考生物多样性系统调查数据和保护地分布数据，优化自然保护地范围，提高保护效率。以地处印度—缅甸及东喜马拉雅全球生物多样性热点地区交汇区的高黎贡山为例，2000年，高黎贡山国家级自然保护区（仅云南高黎贡山中段，1 254 km^2）的范围增加云南高黎贡山北段（面积扩至4 052 km^2）后，保护区记录有高等植物4 897种，脊椎动物699种②。2021年，高黎贡山地区拟建高黎贡山国家公园，拟建的国家公园将扩大保护范围，且将原来的片段化保护区连成一个整体。保护地优化提高了区域生物多样性保护能力和中国西南第一道生态安全屏障作用。

图5　青藏高原重点保护物种丰富度空间分布与自然保护区分布

Figure 5　Spatial distribution of richness of wildlife under special protection and distribution of natural reserves in Qinghai-Tibet Plateau

② 高黎贡山国家级自然保护区怒江管护局提供。

3.2 建立以国家公园群为主体的自然保护地体系

（1）建立青藏高原国家公园群。建议建立由2个跨国国家公园、8个旗舰国家公园为引领，以及11个一般国家公园共同构成的国家公园群（图6），包括珠穆朗玛峰、帕米尔高原、神山圣湖、雅鲁藏布大峡谷、色林错—普若岗日、长江源、黄河源、澜沧江源、祁连山、大熊猫、稻城亚丁、独龙江—高黎贡山、贡嘎山、青海湖、昆仑山、若尔盖、水上雅丹、西天山、香格里拉、扎达土林、扎日神山等国家公园，以助推青藏高原地区生态保护和高质量发展。

（2）率先探索跨国公园建设。青藏高原边境线长，邻国都已在国境线区域部署以国家公园为主体的自然保护地，国家公园建设对于国家边境安全、国家生态保护合作，以及边民创收致富等的隐性支撑作用不容忽视。例如，尼泊尔已经在珠穆朗玛峰南坡建设萨加玛塔国家公园多年，培育了登山、徒步等高端生态旅游产品，带动了社区经济发展[20]。又如，巴基斯坦在帕米尔高原也创建国家公园，成为重要的边境教育和旅游基地[21]。我国在国家公园体制改革中没有建设跨国国家公园的内容，而顺应“一带一路”建设、适应稳疆固边需要，建议在青藏高原超前谋划和探索试验。

3.3 加快实施青藏高原生态安全屏障保护修复工程

（1）系统布局生态保护修复工程。以落实《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021—2035年）》为指导，坚持保护优先、自然恢复为主的指导思想，整合生态屏障功能关键区、生态问题区域、气候变化影响和未来生态风险；根据各区域的自然生态状况、主要生态问题，系统布局生

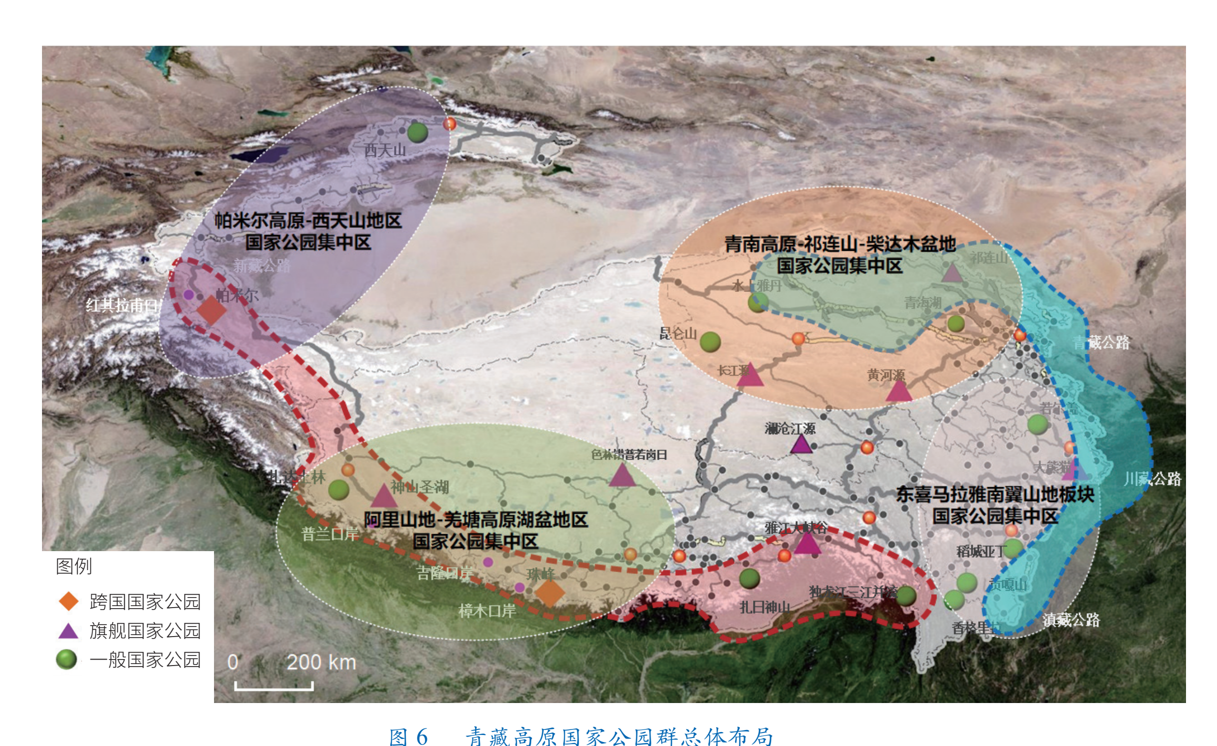


图 6　青藏高原国家公园群总体布局

Figure 6　Spatial layout of national park group in Qinghai-Tibet Plateau

态保护修复工程，提出可操作性强、符合生态学规律的治理措施。

（2）分区域推进生态文明高地建设。坚持生态优先、绿色发展，践行山水林田湖草沙冰系统治理，将生态安全屏障保护修复作为生态文明高地建设重要任务，分区域建设生态文明先行示范区，并将生态文明建设与经济建设、政治建设、文化建设、社会建设统一部署、统筹实施。例如，2021 年 5 月西藏自治区施行的《西藏自治区国家生态文明高地建设条例》，2021 年 8 月青海省施行的《关于加快把青藏高原打造成为全国乃至国际生态文明高地的行动方案》等，分层级落实好青藏高原生态安全屏障建设这项系统工程。

参考文献

1 中华人民共和国国务院新闻办公室. 青藏高原生态文明建设状况. 经济日报, 2018-07-19(10).

2 蒋志刚, 江建平, 王跃招, 等. 中国脊椎动物红色名录. 生物多样性, 2016, 24(5): 501-551.

3 于海彬, 张镱锂, 刘林山, 等. 青藏高原特有种子植物区系特征及多样性分布格局. 生物多样性, 2018, 26(2): 130-137.

4 王小丹, 程根伟, 赵涛, 等. 西藏生态安全屏障保护与建设成效评估. 中国科学院院刊, 2017, 32(1): 29-34.

5 Kuang X X, Jiao J J. Review on climate change on the Tibetan Plateau during the last half century. JGR: Atmospheres, 2016, 121(8): 3979-4007.

6 陈德亮, 徐柏青, 姚檀栋, 等. 青藏高原环境变化科学评估：过去、现在与未来. 科学通报, 2015, 60(32): 3025-3035.

7 Yao T D, Thompson L, Yang W, et al. Different glacier status with atmospheric circulations in Tibetan Plateau and surroundings. Nature Climate Change, 2012, 2(9): 663-667.

8 南卓铜, 李述训, 程国栋. 未来50与100a青藏高原多年冻土变化情景预测. 中国科学D辑：地球科学, 2004, 34(6): 528-534.

9 Sun H Y, He D K, Sui X Y, et al. Predicting impacts of future climate change and hydropower development towards habitats of native and non-native fishes. Science of the Total Environment, 2020, 707: 135419.

10 米玛旺堆, 卓嘎, 单增卓嘎, 等. 拉萨国家级自然保护区拉鲁湿地发现牛蛙. 动物学杂志, 2014, 49(5): 726.

11 Wang S P, Fan L Q, Liu C H, et al. The origin of invasion of an alien frog species in Tibet, China. Current Zoology, 2017, 63(6): 615-621.

12 张镱锂, 刘林山, 王兆锋, 等. 青藏高原土地利用与覆被变化的时空特征. 科学通报, 2019, 64(27): 2865-2875.

13 Bird Life International. *Grus nigricollis*. The IUCN Red List of Threatened Species, 2020: e.T22692162A180030167. (2020-06-24)[2021-09-14]. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T22692162A180030167.en.

14 孙鸿烈, 郑度, 姚檀栋, 等. 青藏高原国家生态安全屏障保护与建设. 地理学报, 2012, 67(1): 3-12.

15 钟祥浩, 刘淑珍, 王小丹, 等. 西藏高原国家生态安全屏障保护与建设. 山地学报, 2006, 24(2): 129-136.

16 钟祥浩, 刘淑珍, 王小丹, 等. 西藏高原生态安全研究. 山地学报, 2010, 28(1): 1-10.

17 钟祥浩, 王小丹, 刘淑珍, 等. 西藏高原生态安全. 北京: 科学出版社, 2008.

18 程根伟, 王小丹, 张宪洲, 等. 西藏生态安全屏障保护与建设工程（2008—2014年）建设成效评估. 北京: 中国科学院, 2015.

19 Xu W H, Xiao Y, Zhang J J, et al. Strengthening protected areas for biodiversity and ecosystem services in China. PNAS, 2017, 114(7): 1601-1606.

20 Musa G, Hall C M, Higham J E S. Tourism sustainability and health impacts in high altitude adventure, cultural and ecotourism destinations: A case study of Nepal's *Sagarmatha* National Park. Journal of Sustainable Tourism, 2004, 12(4): 306-331.

21 Rashid W, Shi J B, Rahim I U, et al. Issues and opportunities associated with trophy hunting and tourism in Khunjerab National Park, Northern Pakistan. Animals, 2020, 10(4): 597.

Current Condition and Protection Strategies of Qinghai-Tibet Plateau Ecological Security Barrier

FU Bojie[1,2*] OUYANG Zhiyun[1] SHI Peng[3] FAN Jie[4] WANG Xiaodan[5] ZHENG Hua[1] ZHAO Wenwu[2] WU Fei[3]

（1 State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China;

2 Faculty of Geographical Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100875, China;

3 Kunming Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650201, China;

4 Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China;

5 Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China）

Abstract Qinghai-Tibet Plateau is important ecological security barrier of China and even Asia, and one of biodiversity conservation hotspots. Ensuring ecological security and protecting biodiversity are key tasks of ecological protection in Qinghai-

*Corresponding author

Tibet Plateau. In Qinghai-Tibet Plateau, wildlife is very rich but there are many threatened species. During past 15 years, ecosystem pattern is stable, and ecosystem quality generally elevates in Qinghai-Tibet Plateau. Correspondingly, water retention, soil retention, and sandstorm prevention are improved and the trend of ecological degradation is suppressed. The construction of natural reserves and the implementation of ecological protection projects in Qinghai-Tibet Plateau contribute to the improvement of ecological security barrier function. However, due to the impacts of warm-wet tendency and human activities, Qinghai-Tibet Plateau is facing a series of ecological degradation risks, including frozen soil area withering, marsh reduction, wildlife habitat degradation, alien invasion, and ecosystem degradation. To further protect Qinghai-Tibet Plateau's ecological security barrier, the following measures could be taken, namely, optimizing spatial pattern of natural protected area, establishing natural protected area system mainly based on national park group, and implementing ecological protection and restoration projects.

Keywords ecosystem pattern, ecosystem function, ecological issue, ecological security barrier, Qinghai-Tibet Plateau



傅伯杰 中国科学院院士，美国人文与科学院外籍院士，第三世界科学院院士，英国爱丁堡皇家学会外籍院士。中国科学院生态环境研究中心学术委员会主任、研究员，北京师范大学地理科学学部名誉部长。主要研究领域：景观格局与生态过程、生态系统服务。在土地利用结构与生态过程、景观生态学和生态系统服务等方面取得了系统性创新成果。曾获欧洲地球科学联合会“洪堡奖章”，2019年CCTV科技创新年度人物，国家自然科学奖二等奖，国家科技进步奖二等奖，中国科学院杰出科技成就奖，何梁何利科学与技术进步奖，中华环境优秀奖和国际景观生态学会杰出贡献奖。E-mail: bfu@rcees.ac.cn

FU Bojie Distinguished Professor at the State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology, Research Centre for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences (CAS). Academician of Chinese Academy of Sciences, International Honorary Member of American Academy of Arts and Sciences, Fellow of the World Academy of Sciences for the advancement of science in developing countries (TWAS), and Corresponding Fellow of the Royal Society of Edinburgh, UK. His research focuses on landscape patterns and ecological processes, ecosystem services. Due to outstanding research achievements in land-use structure and ecological processes, landscape ecology and ecosystem services, he has won a series of important awards, including Alexander von Humboldt Medal of European Geosciences Union in 2020, Person of the Year in CCTV Science & Technology Innovation in 2019, the second prize of National Natural Science Award, the second prize of National Science & Technology Progress Award, the Outstanding Science and Technology Achievement Prize of Chinese Academy of Sciences, Ho Leung Ho Lee Science and Technology Progress Award, Excellence Award of China Environment, and Distinguished Service Award of International Association for Landscape Ecology.
E-mail: bfu@rcees.ac.cn

■责任编辑：张帆